ఆచరణలో ఆధునిక విజ్ఞానం

ఆధునిక విజ్ఞానాన్ని కొద్ది మాటలలో నిర్వచించాలని అనేకులు ప్రయత్నం చేశారు. ఆ ప్రయత్నాలు విఫలమవటానికి నిజమైన కారణం మానవ భాష పరిమితులు. ఆధునిక విజ్ఞాన దృక్పధం పేరుతో ఉపన్యాసాలు ఇవ్వటం తేలికే. కానీ ఆచరణలో వాటి వల్ల ఉపయోగం లేదు. ఆధునిక విజ్ఞానం యొక్క దృఢత్వమూ పరిమితులూ అర్ధం చేసుకోవడమే అసలైన వైజ్ఞానిక ధృక్పధం.

మానవజాతికి అతి సన్నిహిత జంతువైన చింపాజీలలో కూడా దెబ్బలని ఆకులతో కప్పటం, ప్రకృతిలో దొరికే రాళ్ళనీ పుల్లలనీ చిన్న ఆదిమ పరికరాలుగా వాడటం మొదలైన విశేషాలు వైజ్ఞానికులు గుర్తించారు. ఆదిమ మానవులు అన్ని ఖండాలలోకీ అతి త్వరగా ప్రవేశించటానికి ఇతర జంతువుల కంటే అతి ఉన్నతమైన మానవ భాష పెద్ద కారణం అని ఒప్పుకోక తప్పదు. మానవ సభ్యత వికాసానికి అగ్ని రాజేయడం, లోహ పనిముట్ల తయారీ వగైరా వైజ్ఞానిక పద్ధతులు ముఖ్య కారణం. ఆ జ్ఞానం నోటిమాటగా పుస్తకాలుగా ఒకరి నుంచి ఇంకొకరికి తెలిసేది.

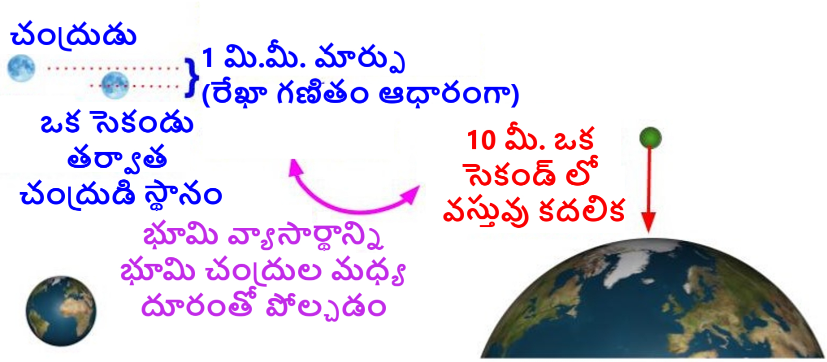
రెండువేల సంవత్సరాల క్రితం యూక్లిడ్ ద్వారా సంకలనం చేయబడ్డ రేఖాగణిత పుస్తకం, ఎలిమెంట్స్, కేవలం మాటలకీ అంకెలకీ పరిమితమైన ఈ అనుభవాల వర్ణనలో ఒక మౌళికమైన మార్పు తెచ్చింది. అప్పటివరకూ అంకెల రూపంలో మాత్రమే ఉన్న గణిత శాస్త్రం రుజువులు ఉన్న సిద్ధాంతాలుగా మారింది. ఉదాహరణకు పైథాగరస్ పేరుతో ప్రఖ్యాతమైన సిద్ధాంతాన్ని అంతకు ముందు చాలా మంది వర్ణించారు. ఒక లంబ కోణ త్రిభుజంలో కర్ణం మీది వర్గం మిగిలిని భుజాల మీది వర్గాల మొత్తానికి సమానం అనేది పైథాగరస్ సిద్ధాంతం. త్రిభుజం లో భుజాల కొలతలు 3,4,5 అయితే $3\times3 + 4\times4 = 5\times5$. ఈ సిద్ధాంతాన్ని అనేక విధాలుగా తెలుసుకోవచ్చు. 3,4,5 లాంటి ఇతర అంకెలని గుర్తించవచ్చు. ఉదాహరణకు (5,12,13). కాగితాలు కత్తిరించి చూపవచ్చు. గోడలూ భవనాలూ నిర్మించిన వారికి తెలిసే ఉండవచ్చు. కానీ ఎన్ని ఉదాహరణలు దొరికినా ఈ సిద్ధాంతాన్ని తప్పుగా నిరూపించే ఒక్క త్రిభుజం ఎప్పటికీ

ఉండదు అని నిర్ధారణగా చెప్పలేము. యూక్లిడ్ రేఖా గణిత శాస్త్రంలో మొదట కొన్ని ఎవ్వరూ కాదనలేని హేతు వాదనలని ప్రత్యక్ష మూల తత్వాలుగా స్వీకరించాడు. ఉదాహరణకు భాగం మొత్తం కంటే తక్కువ అనేది ఒక మూల తత్వం. తరువాత బిందువులకీ సరళరేఖలకీ ఆదర్శ లక్షణాలు పేర్కొన్నాడు. వీటి ఆధారంగా పైథాగోరస్ సిద్ధాంతాన్ని తప్పుగా నిరూపించే ఒక్క త్రిభుజం ఎక్కడా ఎప్పుడూ ఉండదు అని నిర్ధారణ చేసాడు.

ఇదే విధంగా ఏ పూర్ణ సంఖ్యనీ ఇంకో పూర్ణ సంఖ్యతో విభజిస్తే 2 యొక్క వర్గమూలానికి సమం అవదు అని నిర్ధారించవచ్చు. ఎలా? ఇక్కడ చెప్పటం కుదరదు. కుతూహలం ఉన్నవాళ్లు రేఖాగణితం నేర్చుకోవాలి. లెక్కపెట్టలేని త్రిభుజాలూ అంకెలూ ఉండగా వాటిని విడి విడిగా పరీక్షించుకుండానే ఈ విధమైన నిర్ధారణకి రాగలమని చెప్పటమే యూక్లిడ్ తీసుకొని వచ్చిన మౌళికమైన మార్పు. గణిత శాస్త్రం కేవలం లెక్కించటం కాక సిద్ధాంతాలని నిరూపించటం అయింది. ఒక గణిత సిద్ధాంతం తప్పు అని నిరూపించటానికి ఒక ఉదాహరణ చాలు. ఒప్పని నిరూపించటానికి ఎన్ని ఉదాహరణలూ చాలవు. శాస్త్ర పద్ధతిలో నిర్ధారణ చేయబడ్డ సిద్ధాంతాన్ని వ్యతిరేకించే ఒక్క ఉదాహరణ, అనేక ఇతర సమస్యలకి దారి తీస్తుంది.

ఉదాహరణకు 2+3=3+2 అని అందరికీ తెలుసు. కూడిక ఏ వైపు నుంచీ చేసినా ఫలితం ఒకటే వస్తుంది. ఇది గణిత శాస్త్రంలో ప్రాథమిక సూత్రం. దీనికి ఒకే ఒక మినహాయింపు ఉండదు. ఉదాహరణకు క,గ అక్షరాలు మినహాయింపు ఉన్న రెండు అంకెలు అనుకుందాం. క+గ <> గ+క అని ప్రతిపాదన. <> ఆ రెండూ సమానంకావు అనే చిహ్నం. కానీ ఇది ఇక్కడే ఆగదు. 1+క+గ <> 1+గ+క , 2+క+గ <> 2+గ+క అనే అసంఖ్యాక తప్పు ప్రతిపాదనలు తయారవుతాయి.

గణిత సిద్ధాంతాల ధృడత్వం అర్థం చేసుకోవడానికి ఇది మంచి ఉదాహరణ. ఇంతకు ముందు ప్రాథమిక భౌతిక శాస్త్రం గురించి

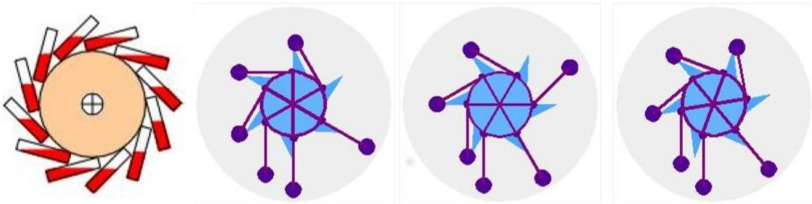


న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సూత్రానికి ఆధారం

చర్చించినప్పుడు చాలా సార్లు ఒకటి రెండు ప్రయోగ ఫలితాల కారణంగా ఆ యొక్క సూత్రాలని తోసిపుచ్చలేమని చెప్పాను. దీనిని లోతుగా అర్థం చేసుకోటానికి గణిత సిద్ధాంతాల గురించి చేసిన చర్చ ఉపయోగపడుతుంది.

రేఖాగణితం ఉపయోగించి న్యూటన్ చంద్రుడి దీర్ఘవృత్త కక్ష్య ఒక సెకండు అనంతరం సరళ రేఖ నుంచి ఒక మిల్లీమీటరు దూరంలో ఉంటుంది అని నిర్ధారించాడు. ఈ మార్పుకి కారణం తన ప్రథమ సూత్రం దృష్ట్యా ఒక బలం అవాలి. ఎత్తు నుంచీ భూమి మీద పడుతున్న ఏ వస్తువైనా ఒక సెకండులో పది మీటర్లు కదులుతుంది. దీనికీ ఒక బలం అవసరమే. భూమి వ్యాసార్థాన్ని భూమికీ చంద్రుడికీ మధ్య దురంతో పోల్చి ఈ రెండు బలాలూ ఒకటేననీ, ఈ గురుత్వాకర్షణ బలం దూరం రెట్టింపు అయినప్పుడు నాలుగో వంతుకి తగ్గుతుందనీ న్యూటన్ గ్రహించాడు. న్యూటన్ కాలంలో మనం ఇప్పుడు వాడే మీటర్లు కిలోగ్రాముల కొలతలు లేవు. సులువుగా అర్థం అవటం కోసం వాటిని మార్చడం జరిగింది. భౌతిక శాస్త్రాన్ని గణిత సంబంధాల రూపం ఇవ్వటానికి ఇదే నాంది.

శక్తి రూపం మారుతుంది కానీ మొత్తం శక్తి మారదని ప్రయోగాల ద్వారా చూపవచ్చు. కట్టెకాలగా వచ్చిన శక్తి కొంత నీటిలో ఉష్ణశక్తి



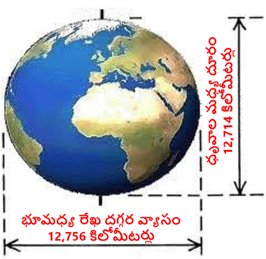
కాగా మిగతాది భాష్ప వాయువు ఉష్ణశక్తిగా, పరిసరాల ఉష్ణోగ్రత పెంచుతుంది. కానీ శక్తి నిత్యత్వ నియమం ప్రాథమిక భౌతిక శాస్త్ర గణిత సంబంధాల లోనే ఉండటం ప్రయోగ ఫలితాల కన్నా చాలా ముఖ్యం. దానిని తోసిపుచ్చి అనంతంగా శక్తి ఇచ్చే యంత్రాలని నిర్మించటం అసంభవం అని తెలుసుకున్నాం. ఆర్యభట్టు ఆర్కమేడిస్ మొదలైన ప్రాచీన ప్రముఖులు ఎందరో అనంతంగా తిరిగే చక్రాల రూపకల్పన చేసారు. పై గిన్నెలోంచి నీళ్లు కింద గిన్నెలో పడటమో లేకపోతే వేళ్ళాడే బరువులు కదలటమో చక్రం తిరగుతూ ఉండటానికి కారణం అవుతుంది అంటాయి ఈ రూప కల్పనలు. వీటి స్పూర్తితో ఆధునికులు అనేక కొత్త రూప కల్పనలూ చేసారు. ప్రతి ఒక్క దానినీ విశ్లేషించి ఎందుకు పనిచెయ్యదో చెప్పటం వృధా శ్రమ. ఏ వైజ్ఞానికుడూ అందుకు పూనుకోడు. అసలైన వైజ్ఞానిక ధృక్పధానికి తొలిమెట్టు గణిత సంబంధాల ధృడత్వాన్ని గుర్తించటం.

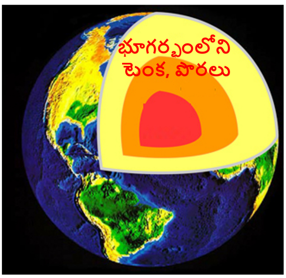
రెండవ మెట్టు వైజ్ఞానిక పరిభాషా పదాల గురించి సరియైన అవగాహన. మాటలు సూక్ష్మాతి సూక్ష్మంగా నిర్వచించి విజ్ఞానాన్ని గురించి దార్శనికులు చేసే మాటల గారడీతో విసిగెత్తిపోయిన ప్రముఖ వైజ్ఞానికుడు రిచర్డ్ ఫైన్మాన్ ఎలక్ట్రాన్ ని ఒక వస్తువు అనటం తప్పు. ఎలక్ట్రాన్ వైజ్ఞానికుల ఊహా విధానం మాత్రమే అన్నాడు. వైజ్ఞానిక నిర్వచనాల ప్రయోజనం ప్రయోగ ఫలితాలు గణిత సంబంధాలలో బిగించటమే.

భూమి గుండ్రముగా ఉండును అని ప్రాథమిక విద్యార్థుల చేత వల్లె వేయిస్తారు. సూర్యుడి చుట్టూ తిరుగుతున్న భూమి కక్ష్యని నిర్ధారించడానికి భూమి బరువంతా కేంద్రీకరించబడ్డ బిందువు.

భవనాల రోడ్ల రూపకల్పన భూమి బల్లపరుపుగా ఉందనే చేస్తారు. ఆకాశంలో విమాన మార్గాలని నిర్ణయించటానికి కింది చిత్రంలో చూపినట్టు భూమి ఒక గోళమే. కానీ సముద్రంలోని ఆటుపోట్లు గణించటానికి ఇరుసమ్మటా వత్తబడిన గోళం. మరి భూకంపాలని అధ్యయనం చేయటానికి వస్తే బరువైన గోళాకార టెంక చుట్టూ పొరలు ఉన్న గోళం. ప్రయోగ ఫలితాలు అర్థం చేసుకోవడం మాత్రమే వైజ్ఞానిక పదాల ఉపయోగం అని స్పష్టం చేసేది ప్రాథమిక భౌతిక శాస్త్రంలో ఒక ముఖ్య భాగమైన క్వాంటమ్ మెకానిక్స్. ఊహకు వ్యతిరేకమై కణమో తరంగమో తెలియటం ఎప్పటికీ అసాధ్యమైన ఎలక్ట్రాన్ రూపాన్ని కల్పించి దాని ఆధారంతో గణించిన ఎలక్ట్రాన్ లక్షణం విలువని దశాంక బిందువు తరువాత పదవ స్థానం వరకూ ప్రయోగ ఫలితాలతో సరిపోల్చ గలుగుతున్నారు వైజ్ఞానికులు. ఇది ఇంచుమించు భూగోళమంత ఉన్న, పన్నెండు వేల కిలోమీటర్ల వ్యాసం గల గోళాన్ని కొలిచి వెంట్రుక వాసి కూడా తేడా లేకుండా గణించిన విలువతో ఖచ్చితంగా సరిపోల్చటం.

గణిత సంబంధాల ధృడత్వం గుర్తించటం, వైజ్ఞానిక భాషా పదాల గురించి సరియైన అవగాహనా తరువాత వైజ్ఞానిక దృక్పథానికి చాలా ముఖ్యమైన విషయం ఆచారణలో వైజ్ఞానిక పరిశీలనా ఫలితాలు ఎంతవరకూ ఉపయోగం అన్నది. క్రితం రెండు అధ్యాయాలలో చర్చించబడ్డ ఈ విషయాన్ని ఇక్కడ ఆధునిక ఎలక్ట్రానిక్ ఉపకరణాల రూపకల్పనా తయారీలు ఉదాహరణగా తీసుకుని స్పష్టం చేసే ప్రయత్నం చేద్దాం.







విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పూర్తిగా నిరోధించే పింగాణీ మైకా వంటి పదార్థాలకీ ప్రవాహానికి పూర్తిగా సహకరించే లోహాలకీ మధ్య ఉంటాయి అర్ధవాహకాలు. వీటినే ఇంగ్లీష్ లో సెమీకండక్టర్ లు అంటారు. మూలకాలలో అతి ముఖ్యమైన అర్ధవాహకం సిలికాన్. ఇలాంటి పదార్థాలని ఊహించి వాటి యొక్క లక్షణాలని అర్థం చేసుకోవటం క్వాంటమ్ మెకానిక్స్ లేకుంటే అసాధ్యం.

ఎలక్ట్రానిక్ పరికరాలు అన్నీ అర్ధవాహక స్విచ్ లు తెరవటం మూయటం వల్లే పనిచేస్తాయి. ఆధునిక పరికరాలలో కోట్లాది స్విచ్ లు ఒక్కొక్కటి మిగతావాటిని తెరుస్తూ మూస్తూ ఉంటాయి. ఒక్క స్విచ్ ని సైతం క్వాంటమ్ మెకానిక్స్ గణితసంబంధాలతో విశ్లేషించటం మన శక్తికి మించిన పని. అందుకే ఆ గణిత సంబంధాలని సరళీకరించి పని జరుపుతారు. నేటి కోట్లాది స్విచ్ లు ఉన్న పరికరాలని రూపకల్పన చేయడానికి ఈ సరళీకరించిన సంబంధాలతో గణిత సమరూపం తయారు చేసి కంప్యూటర్ ల మీద పనిచేస్తుంది అని నిర్ధారిస్తారు. అంటే కొత్త కంప్యూటర్ రూపకల్పన పాత కంప్యూటర్ మీద జరుగుతుంది. ఎటొచ్చీ పర్యావరణకి తయారు చేసిన గణిత సమరూపం కంటే ఇవి చిన్నవీ, సరళమైనవీ. అయినా అర్ధవాహకాలని గుర్తించిన క్వాంటమ్ మెకానిక్స్ కంటే ఈ గణిత సమరూపం ధృడత్వం తక్కువ అని ఒప్పుకోక తప్పదు.

గణిత సమరూపానికి అనుగుణంగా సిలికాన్ మలచటానికి అనేక వందల రసాయన భౌతిక ప్రక్రియలు ఉపయోగిస్తారు. ఒక్కోకటీ ఎలా, ఏ క్రమంలో, తాపమానంలో, రసాయనాలతో చెయ్యాలో వైజ్ఞానికులు నిర్ణయిస్తారు. ఇవి అన్నీ ప్రయోగ ఫలితాలకు ఇచ్చిన గణిత సంబంధాలే. కానీ వీటికీ ప్రాథమిక క్వాంటమ్ మెకానిక్స్ కీ చాలా దూరపు సంబంధం. చాలా సరళీకరించిన తరువాత మాత్రమే ఈ దూరపు సంబంధం కనపడుతుంది. క్వాంటమ్ మెకానిక్స్ కి విరుద్ధంగా మాత్రం ఉండవు. సహజంగా వీటి ధృడత్వం గణిత సమరూపం కంటే కూడా తక్కువ. ఈ రసాయన భౌతిక పరిక్రియల ఫల స్వరూపమే కంప్యూటర్ చిప్స్

అర్థవాహకం అంటే ఏమిటి	పరికరాల రూప కల్పన	"చిప్స్" తయారీ	"చిప్స్" వైఫల్య సంభావన
క్వాంటం మెకానిక్స్	సరళ గణిత సమరూపం	ప్రయోగ ఫలితాలు	సమరూప గుంపుల గణాంక విశ్లేషణ

ప్రాథమిక శాస్త్రం పూర్తిగా నిర్వచించలేదు

ప్రాథమిక శాస్త్రాన్ని వ్యతిరేకించలేవు

ఈ చిప్స్ ని ప్లాస్టిక్ లేదా ఇతర పదార్థాలలో పూర్తిగా సీల్ చేసాక మాత్రమే మన పరికరాలలో బయటకి కనపడతాయి. తయారు అయిన కంప్యూటర్ ఛిప్స్ ఉష్ణోగ్రత, గాలిలో తేమ, మారుతూ ఉంటే ఎంతకాలం పనిచేస్తాయో తెలుసుకోవడానికి చాలా ఛిప్స్ ని సమరూప గుంపులుగా విడగొట్టి గణాంక సూత్రాల సహాయంతో విశ్లేషించాలి. ఈ పరీక్షలకీ ప్రాథమిక క్వాంటమ్ మెకానిక్స్ కీ ఇంకా ఎక్కువ దూరం.

మొట్ట మొదటి పదిహేను అధ్యాయాలలో ప్రాథమిక భౌతిక శాస్త్ర సూత్రాల నుంచి సమరూప గుంపులని పోల్చటం దాకా మనం చూసిన పరిణామం ఈ యొక్క కంప్యూటర్ ఛిప్స్ ఉదాహరణలో ప్రతిబింబిస్తోంది. రెంటికీ వెన్నెముక ప్రాథమిక భౌతిక శాస్త్ర గణిత సంబంధాలే. కానీ పైన చిత్రంలో చూపినట్లు ప్రాథమిక శాస్త్ర గణిత సూత్రాలతో అన్నిటినీ పూర్తిగా నిర్వచించలేము.

ఎప్పుడైతే సమాజ విజ్ఞాన శాస్త్రాలలో అడుగు పెడతామో ఈ వెన్నెముక మాయమౌతుంది. అందుకే సమాజ విజ్ఞాన ఫలితాలు వివాదాలకు తరచూ దారి తీస్తాయి. వివాదాలకు అతీతమైన విజ్ఞాన ధృక్పధానికి భావుకత వదలివేసి ఆచారణలో వైజ్ఞానిక పరిశీలనా ఫలితాలు ఎంతవరకూ ఎలా ఉపయోగపడతాయో గుర్తించటం అత్యంత ఆవశ్యకం.

